

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-306256

(43)Date of publication of application : 28.11.1997

(51)Int.Cl.

H01B 12/06

C01G 1/00

C01G 3/00

C04B 35/45

H01B 13/00

(21)Application number : 08-118974

(71)Applicant : KOKUSAI CHODENDO SANGYO  
GIJUTSU KENKYU CENTER  
RAILWAY TECHNICAL RES INST  
MITSUBISHI CABLE IND LTD

(22)Date of filing : 14.05.1996

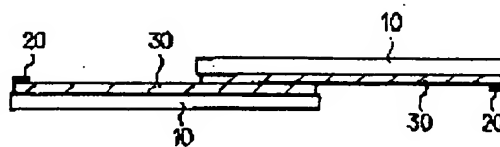
(72)Inventor : MURAKAMI MASAHIITO  
SAWADA KAZUHIKO  
SAKAI NAOMICHI  
HIGUCHI AMAMITSU

(54) BULK OXIDE SUPERCONDUCTOR, AND PRODUCTION OF WIRE ROD AND PLATE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To maintain good superconducting characteristics even if a rectangular material or a large area material is present by combining plural metal bases or oxide bases in a plane shape or plate shape with their surfaces bonded in opposite.

SOLUTION: A paste is applied on a substrate 10 by means of screen printing, and a type crystal 20 is placed on one end in the longitudinal direction thereon. And, it is held in air of 150°C for 30 minutes, isopropyl alcohol as a solvent is evaporated and is held at 600°C for 30 minutes, and a binder is decomposed. Next, this substrate 10 is placed in a furnace in which the maximum temperature is 1020°C and the temperature gradient at this time is 10°C/cm, moved from a high



BEST AVAILABLE COPY

temperature side to a low temperature side at a speed of 1cm/h so that a position at which the type crystal 20 is placed is at a tip end thereof, a super-conducting granule is melted and grown, and a superconducting conductor (Y123 membrane) is formed. A pair of superconducting conductor 30 fabricated with the above process is prepared, a contact face is abraded, then faces of the respective super-conductive conductor 30 is opposed, pressurized and heated, then it is cooled to room temperature and heat-treated.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.12.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

PL - 9003

ISRで

特許出願公開番号

1/2

(19) 日本国特許庁 (JP)

# 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-306256

(43) 公開日 平成9年(1997)11月28日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H01B 12/06	ZAA		H01B 12/06	ZAA
C01G 1/00			C01G 1/00	S
3/00	ZAA		3/00	ZAA
C04B 35/45	ZAA		H01B 13/00	565 D
H01B 13/00	565		C04B 35/00	ZAA K
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-118974

(22) 出願日 平成8年(1996)5月14日

(71) 出願人 391004481

財団法人国際超電導産業技術研究センター  
東京都港区新橋5丁目34番3号 栄進開発ビル6階

(71) 出願人 000173784

財団法人鉄道総合技術研究所  
東京都国分寺市光町2丁目8番地38

(71) 出願人 000003263

三菱電線工業株式会社  
兵庫県尼崎市東向島西之町8番地

(74) 代理人 弁理士 秋田 収喜

最終頁に続く

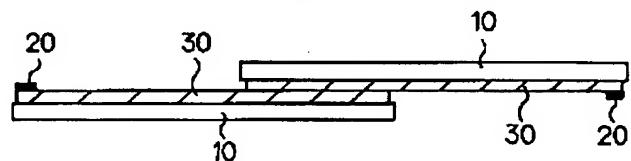
(54) 【発明の名称】 バルク酸化物超電導体ならびにその線材及び板の作製方法

(57) 【要約】

【課題】 超電導特性のよい長尺のバルク酸化物超電導体、長尺のバルク酸化物超電導線材及び大面積のバルク酸化物超電導板を得る。

【解決手段】 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いてR-Ba-Cu-O (Rは希土類元素系でLa, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Ybのいずれか1つあるいはその組合わせとする)系のバルク酸化物超電導体が形成された金属基材あるいは酸化物基材の複数個を、それらの超電導体側の表面を対面接合させて線状あるいは面状に組合わせた長尺のバルク酸化物超電導体、長尺のバルク酸化物超電導線材及び大面積のバルク酸化物超電導板である。

図 4



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いて R-Ba-Cu-O (R は希土類元素系で La, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb のいずれか 1 つあるいはそれらの組合わせとする) 系のバルク酸化物超電導体が形成された金属基材あるいは酸化物基材の複数個を、各々の超電導体側の表面を対面接合させて線状もしくはテープ状に組合わせた長尺のバルク酸化物超電導体。

【請求項 2】 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いて R-Ba-Cu-O (R は希土類元素系で La, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb のいずれか 1 つあるいはそれらの組合わせとする) 系のバルク酸化物超電導体が形成された金属基材あるいは酸化物基材の複数個を、各々の超電導体側の表面を対面接合させて面状もしくは板状に組合わせた大面積のバルク酸化物超電導体。

【請求項 3】 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いて R-Ba-Cu-O (R は希土類元素系で La, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb のいずれか 1 つあるいはそれらの組合わせとする) 系のバルク酸化物超電導体を形成し、該バルク酸化物超電導体が形成された金属あるいは酸化物基材の複数個を、各々のバルク酸化物超電導体側の表面を対面接合させて線状もしくはテープ状に組合わせ、長尺のバルク酸化物超電導線材を形成するバルク酸化物超電導線材の作製方法。

【請求項 4】 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いて R-Ba-Cu-O (R は希土類元素系で La, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb のいずれか 1 つあるいはそれらの組合わせとする) 系のバルク酸化物超電導体を形成し、該バルク酸化物超電導体が形成された金属あるいは酸化物基材の複数個を、各々のバルク酸化物超電導体側の表面を対面接合させて面状もしくは板状に組合わせ、大面積のバルク酸化物超電導板を形成するバルク酸化物超電導板の作製方法。

【請求項 5】 前記請求項 3 又は 4 に記載されるバルク酸化物超電導線材又はバルク酸化物超電導板の作製方法において、接合する際に 900℃ 以上 1000℃ 以下に加熱し、0.1 kgf/cm<sup>2</sup> 以上 10 kgf/cm<sup>2</sup> 以下の圧力を加えることを特徴とするバルク酸化物超電導線材又はバルク酸化物超電導板の作製方法。

【請求項 6】 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いて R-Ba-Cu-O (R は希土類元素系で La, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb のいずれか 1 つあるいはその組合わせとする) 系のバルク酸化物超電導体を溶融成長させる際に、酸化物超電導体のペーストが前記基材の上面に塗布され、この酸化物超電導体のペーストの移動方向の先端の中央部

に種結晶を配置し、前記基材を炉中で移動させ、その移動方向に 1℃/cm 以上 100℃/cm 以下の温度勾配をつけて行うことを特徴とするバルク酸化物超電導厚膜の作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高い臨界電流を有するバルク酸化物超電導体、それを用いた長尺の線材及び大面積の板ならびにそれらの作製法に関し、特に、バルク酸化物超電導体を電力輸送用のケーブルや磁気シールド板などに適用するのに有効な技術に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 臨界温度 (T<sub>c</sub>) が 90 K を超える Y-Ba-Cu-O 系、Bi-Sr-Ca-Cu-O 系を代表とする酸化物超電導体の発見により、液体窒素を冷却剤として使用することが可能となった。しかし、実用化するためには、線状、テープ状、板状などに加工する必要があるが、この形態では、超電導体の実用上、最も重要である臨界電流が低く、実用レベルに到達していないのが現状である。

【0003】 例えば、Bi-Sr-Ca-Cu-O 系の酸化物超電導体では、比較的テープ状に加工しやすく、すでに 100 m を超える長さのものが作製されており、20 K で 1 テスラ (T) を超える磁場を発生できるパンケーキコイルも作られているが、液体窒素温度では、わずかに 0.1 T 程度である。

【0004】 Bi-Sr-Ca-Cu-O 系の酸化物超電導体の場合、結晶構造に異方性が大きく、臨界電流も結晶の c 軸に垂直に磁場が印加された場合は、比較的高いものの、平行の場合は非常に低くなる。

【0005】 一方、溶融法で作製した Y-Ba-Cu-O 系の酸化物超電導体では、ピン止め効果の制御に成功し、液体窒素温度でも実用レベルの非常に高い臨界電流が達成されている。しかしながら、Bi-Sr-Ca-Cu-O 系の酸化物超電導体で用いられているパウダー・イン・チューブ法 (powder-in-tube 法) で作製された超電導線材及びホットフォーミング法などの方法で作製された超電導板においては、必ず結晶粒界が弱結合となり、長尺の超電導体及び大面積のシールド板としての応用は困難であると考えられていた (例えば、河野他、1995 年秋季低温工学・超電導学会予稿集、p 273 参照)。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明者は、前記従来の技術を検討した結果、以下の問題点を見いだした。

【0007】 前述の Y-Ba-Cu-O 系の酸化物超電導体は、高温高磁場でも高い臨界電流を有するものの、長尺の超電導体線や大面積の板を製造することができないという問題があった。

【0008】また、R-Ba-Cu-O系の酸化物超電導体で弱結合を防ぐためには、大傾角結晶粒界のない酸化物超電導体を作る必要があり、溶融法をうまく工夫することで短いものは作製されている。しかし、結晶成長速度はせいぜい1時間に1mmであり、長尺及び大面積のバルク酸化物超電導体の作製は実用的なプロセスとしては困難であった。

【0009】本発明の目的は、超電導特性のよい長尺のバルク酸化物超電導体もしくは大面積のバルク酸化物超電導体を提供することにある。

【0010】本発明の他の目的は、長尺のバルク酸化物超電導線材もしくは大面積のバルク酸化物超電導板の作製方法を提供することにある。

【0011】本発明の他の目的は、超電導特性のよいバルク酸化物超電導厚膜の作製方法を提供することにある。

【0012】本発明の前記ならびにその他の目的及び新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本願によって開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0014】(1) 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いてR-Ba-Cu-O (Rは希土類元素系でLa, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Ybのいずれか1つあるいはそれらの組合わせとする) 系のバルク酸化物超電導体が形成された金属基材あるいは酸化物基材の複数個を、各々の超電導体側の表面を対面接合させて線状もしくはテープ状に組合わせた長尺のバルク酸化物超電導体である。

【0015】(2) 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いてR-Ba-Cu-O (Rは希土類元素系でLa, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Ybのいずれか1つあるいはそれらの組合わせとする) 系のバルク酸化物超電導体が形成された金属基材あるいは酸化物基材の複数個を、各々の超電導体側の表面を対面接合させて面状もしくは板状に組合わせた大面積のバルク酸化物超電導体である。

【0016】(3) 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いてR-Ba-Cu-O (Rは希土類元素系でLa, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Ybのいずれか1つあるいはそれらの組合わせとする) 系のバルク酸化物超電導体を形成し、該バルク酸化物超電導体が形成された金属あるいは酸化物基材の複数個を、各々のバルク酸化物超電導体側の表面を対面接合させて線状もしくはテープ状に組合わせ、長尺のバルク酸化物超電導線材を作製する方法である。

【0017】(4) 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いてR-Ba-Cu-O (Rは希土類元素系でL

a, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Ybのいずれか1つあるいはそれらの組合わせとする) 系のバルク酸化物超電導体を形成し、該バルク酸化物超電導体が形成された金属あるいは酸化物基材の複数個を、各々のバルク酸化物超電導体側の表面を対面接合させて面状もしくは板状に組合わせ、大面積のバルク酸化物超電導板を作製する方法である。

【0018】(5) 前記(3)又は(4)のバルク酸化物超電導線材又はバルク酸化物超電導板の作製方法において、接合する際に900℃以上1000℃以下に加熱し、0.1kgf/cm<sup>2</sup>以上10kgf/cm<sup>2</sup>以下の圧力を加えるものである。

【0019】(6) 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いてR-Ba-Cu-O (Rは希土類元素系でLa, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Ybのいずれか1つあるいはその組合わせとする) 系のバルク酸化物超電導体を溶融成長させる際に、酸化物超電導体のペーストが前記基材の上面に塗布され、この酸化物超電導体のペーストの移動方向の先端の中央部に種結晶を配置し、前記基材を炉中で移動させ、その移動方向に1℃/cm以上100℃/cm以下の温度勾配をつけて行うバルク酸化物超電導厚膜の作製方法である。

【0020】すなわち、本発明の概要は、高温超電導のバルク酸化物超電導体の溶融法と接合の組合わせを用い、金属基材あるいは酸化物基材の上で弱結合のないバルク酸化物超電導体のある程度の長さで成長させた後、その複数個のバルク酸化物超電導体間を超電導接合することにより、弱結合のない長尺のバルク酸化物超電導体あるいは大面積のバルク酸化物超電導体を作製するものである。

【0021】本発明によれば、連続プロセスを用いることなく、長尺あるいは大面積のバルク酸化物超電導体を作製することが可能である。よって、工業的なプロセスとして高い臨界電流密度を有するR-Ba-Cu-O系のバルク酸化物超電導線材の長尺化及びバルク酸化物超電導板の大面積が可能となる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明についてその実施形態とともに詳細に説明する。

【0023】(実施形態1) Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, BaCO<sub>3</sub>, CuOを、Y:Ba:Cuの比が1.8:2.4:3.4 {YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub> (Y123) の中にY<sub>2</sub>BaCuO<sub>4</sub> (Y211) が入っているバルク酸化物超電導体が形成される混合比} になるように混合し、900℃で24時間(h) 仮焼し、さらに1400℃で20分加熱後、銅製ハンマーに挟んで急冷し、その後乳鉢を用いて、微細粉碎する。粉碎粉をこれと同量の有機バインダーとしてポリビニルブチラールを10%含む溶媒のイソプロピルアルコールと混合し、図1 (超電導厚膜単体の上面図)

及び図2(超電導厚膜単体の側面図)に示すように、できたペーストを10mm×50mm×1mmの基板(基材:ZrO<sub>2</sub>)10上にスクリーン印刷機を用いて0.2mmの厚さに塗布する(後に図1に示す超電導体Y123が生成される)。

【0024】粉碎粉が溶媒中に分散されやすい場合には、有機バインダーが含まれなくてもよく、溶媒は他の有機溶媒でもよい。次に、図1及び図2に示すように、塗布されたペースト上の長手方向の一方の端に、種結晶20としてa軸×b軸×c軸方向がそれぞれ1mm×1mm×0.1mmの大きさになるように切り出したNdBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>(Nd123)単結晶をc軸方向が基板10の面と垂直方向となるように置いた後、150℃空气中で30分間保持し溶媒のイソプロピルアルコールを蒸発させ、さらに、600℃で30分間保持し、バインダーを分解する。ペーストに有機バインダーを含まない場合は溶媒の蒸発だけでもよい。

【0025】さらに、図3に示すように、ペースト30Aを塗布した基板10を最高温度が1020℃でこのときの温度勾配が10℃/cmであるような炉中を1cm/h(時間)の速度で高温側から低温側へ種結晶20を置いた側が先頭となるように移動し、超電導粒を溶融成長させ、超電導体(Y123膜)30(図1及び図2)を形成する。

【0026】すなわち、基板10を炉中で徐々に移動させると、最高温度点に近い点に近づいたとき超電導粒は部分溶融し、最高温度点を過ぎた部分から温度勾配下での連続的な方向凝固となる。

【0027】その後1気圧の酸素中で500℃で100時間熱処理する。この工程で得られた超電導体(Y123)30の臨界電流密度をパルス電流通電法で測定したところ、77K、ゼロ磁場で55000A/cm<sup>2</sup>であった。

【0028】前記図3において、10は基板(基材:ZrO<sub>2</sub>)、20は種結晶(Nd123単晶)、30Aは超電導体(Y123)を形成するためのペースト、40は集光用鏡、50は加熱用ランプである。

【0029】以上の工程で作製した超電導体を一対準備し、互に接触する面の表面粗さが1μm以下となるように研磨し整えた後、図4に示すように、それぞれ超電導相の面が相対するように押しつけ、1kgf/cm<sup>2</sup>の圧力を印加した状態で950℃で10分間加熱後、室温まで冷却する。その後、1気圧の酸素気流中で500℃で100時間(h)熱処理(アニール処理)する。この超電導体の臨界電流密度をパルス電流通電法で測定したところ、77K、ゼロ磁場で45000A/cm<sup>2</sup>であった。

【0030】(実施形態2)前記実施形態1と同様の手法で、成長の際の温度勾配が1℃/cmであるような炉中を移動速度0.1cm/h、1cm/h及び10cm

/hとして超電導体を作製した。得られた超電導体の臨界電流密度は接合前の状態でそれぞれ30000、40000及び35000A/cm<sup>2</sup>であったが、接合後の状態ではそれぞれ28000、35000及び30000A/cm<sup>2</sup>であった。

【0031】また、実施形態1と同様の手法で、成長の際の温度勾配が100℃/cmであるような炉中を移動速度0.1cm/h、1cm/h及び10cm/hとして超電導体を作製した。得られた超電導体(Y123)の臨界電流密度は接合前の状態でそれぞれ32000、36000及び33000A/cm<sup>2</sup>であったが、接合後の状態ではそれぞれ27000、34000及び29000A/cm<sup>2</sup>であった。

【0032】(実施形態3)前記実施形態1と同様の手法で、R-Ba-Cu-O(R:Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Ybのいずれか1つあるいはそれらの組合わせとする)超電導線材を作製した。ただし、Nd, Sm, Euにおいては、溶融成長は0.01気圧の酸素分圧の酸素、アルゴンガス中において行い、熱処理後の酸素アニールは、1気圧の酸素中で、300℃で240時間(h)行った。その他のプロセス条件は同様である。

【0033】得られた超電導線材の臨界電流密度は、77K、ゼロ磁場において、それぞれRがNdの場合50000A/cm<sup>2</sup>、RがSmの場合60000A/cm<sup>2</sup>、RがEuの場合65000A/cm<sup>2</sup>、RがGdの場合35000A/cm<sup>2</sup>、RがDyの場合40000A/cm<sup>2</sup>、RがHoの場合30000A/cm<sup>2</sup>、RがErの場合30000A/cm<sup>2</sup>、RがTmの場合25000A/cm<sup>2</sup>、RがYbの場合20000A/cm<sup>2</sup>であった。

【0034】(実施形態4)前記実施形態1～3の工程で作製した超電導体を多数対準備し、互に接触する面の表面粗さが1μm以下となるように研磨し整えた後、図4と同様に前記一対の超電導体のそれぞれ超電導相の面が相対するように順次押しつけて行き、図5に示すように長尺化し、これを1kgf/cm<sup>2</sup>の圧力を印加した状態で950℃で10分間加熱後、室温まで冷却する。その後、1気圧の酸素気流中で500℃で100時間(h)熱処理(アニール処理)する。このようにして、超電導特性のよい長尺のバルク酸化物超電導線材を作製することができた。

【0035】(実施形態5)前記実施形態1～3の工程と同様の工程で四方形の超電導体を多数個作製し、これらを、図6及び図7に示すように、それぞれ超電導相の面が同じ方向に配列した二組の超電導板(超電導シート)60A、60Bを作製する。この二組の超電導板60A、60Bをそれぞれ超電導相の面が相対するように押しつけ、1kgf/cm<sup>2</sup>の圧力を印加した状態で950℃で10分間加熱後、室温まで冷却する。その後、

1気圧の酸素気流中で500℃で100時間(h)熱処理(アニール処理)する。このようにして、超電導特性のよい大面積のバルク酸化物超電導板(シート)を作製することができた。

【0036】以上、本発明者がなされた発明を実施形態(実施例)に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施形態(実施例)に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更し得ることはいうまでもない。

【0037】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

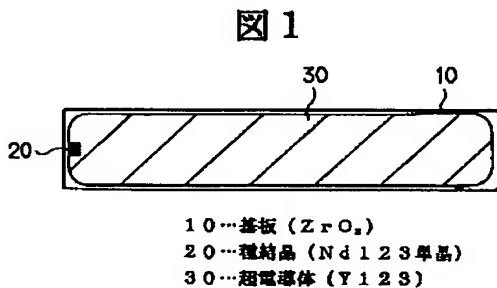
【0038】(1)超電導特性のよい長尺のバルク酸化物超電導線材及び大面積のバルク酸化物超電導板を得ることができる。

【0039】(2)簡単な設備で超電導特性のよい長尺のバルク酸化物超電導体、バルク酸化物超電導線材及び大面積のバルク酸化物超電導板を作製することができる。

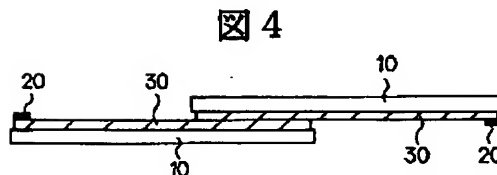
【0040】(3)超電導特性のよいバルク酸化物超電導厚膜を容易に作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図4】



【図1】本発明の実施形態1のバルク酸化物超電導体の構成を説明するためのバルク酸化物超電導厚膜単体の上面図である。

【図2】本発明の実施形態1のバルク酸化物超電導体の構成を説明するためのバルク酸化物超電導厚膜単体の側面図である。

【図3】本発明の実施形態1のバルク酸化物超電導体の作製に用いる温度勾配炉の概略構成を示す模式図である。

10 【図4】本発明の実施形態1のバルク酸化物超電導線材の構成を示す側面図である。

【図5】本発明の実施形態4の長尺のバルク酸化物超電導線材の構成を示す図である。

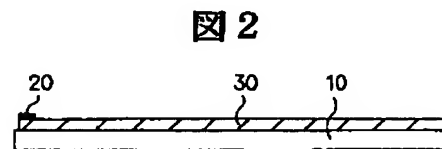
【図6】本発明の実施形態5の長尺のバルク酸化物超電導線材の構成を示す平面図である。

【図7】図6の側面図である。

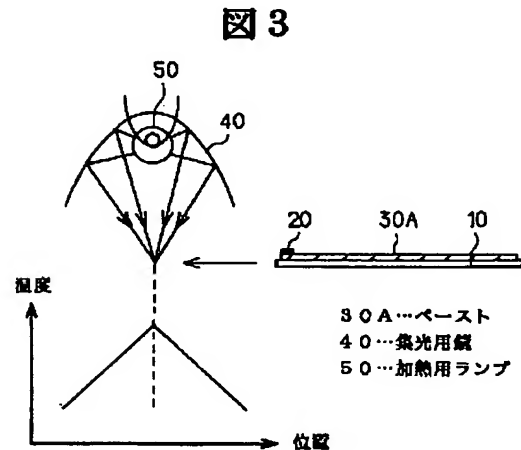
【符号の説明】

10…基板( $ZrO_2$ )、20…種結晶( $Nd123$ 単晶)、30…超電導体( $Y123$ )、30A…超電導体( $Y123$ )を形成するためのペースト、40…集光用鏡、50…加熱用ランプ、60A、60B…超電導体( $Y123$ )板。

【図2】

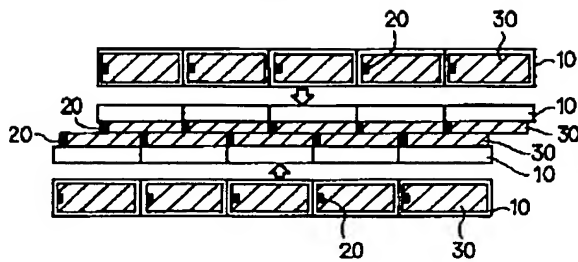


【図3】



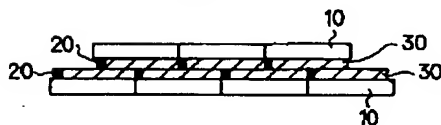
【図 5】

図 5



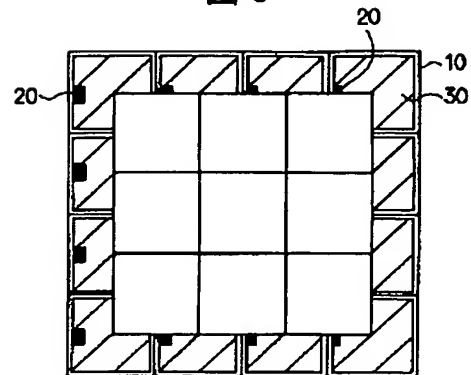
【図 7】

図 7



【図 6】

図 6



## 【手続補正書】

【提出日】平成 8 年 1 1 月 7 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 3】 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いて R-Ba-Cu-O (R は希土類元素系で La, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb のいずれか 1 つあるいはそれらの組合せとする) 系のバルク酸化物超電導体を形成し、該バルク酸化物超電導体が形成された金属基材あるいは酸化物基材の複数個を、各々のバルク酸化物超電導体側の表面を対面接合させて線状もしくはテープ状に組合わせ、長尺のバルク酸化物超電導線材を形成するバルク酸化物超電導線材の作製方法。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 4

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 4】 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いて R-Ba-Cu-O (R は希土類元素系で La, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb のいずれか 1 つあるいはそれらの組合せとする) 系のバルク酸化物超電導体を形成し、該バルク酸化物超電導体が形成された金属基材あるいは酸化物基材の

複数個を、各々のバルク酸化物超電導体側の表面を対面接合させて面状もしくは板状に組合わせ、大面積のバルク酸化物超電導板を形成するバルク酸化物超電導板の作製方法。

## 【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 6

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 6】 金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いて R-Ba-Cu-O (R は希土類元素系で La, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb のいずれか 1 つあるいはそれらの組合せとする) 系のバルク酸化物超電導体を溶融成長させる際に、酸化物超電導体のペーストが前記基材の上面に塗布され、この酸化物超電導体のペーストの移動方向の先端の中央部に種結晶を配置し、前記基材を炉中で移動させ、その移動方向に  $1^{\circ}\text{C}/\text{cm}$  以上  $100^{\circ}\text{C}/\text{cm}$  以下の温度勾配をつけて行うことを特徴とするバルク酸化物超電導厚膜の作製方法。

## 【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】一方、溶融法で作製した Y-Ba-Cu-O 系の酸化物超電導体では、ピン止め効果の制御に成功



し、液体窒素温度でも実用レベルの非常に高い臨界電流が達成されている。しかしながら、Bi-Sr-Ca-Cu-O系の酸化物超電導体で用いられているパウダ・イン・チューブ法（powder-in-tube法）で作製された超電導線材及びホットフォーミング法などの方法で作製された超電導板においては、必ず結晶粒界が弱結合となり、長尺の超電導線材及び大面積のシールド板としての応用は困難であると考えられていた（例えば、河野他、1995年秋季低温工学・超電導学会予稿集、p 273参照）。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】前述のY-Ba-Cu-O系の酸化物超電導体は、高温高磁場でも高い臨界電流を有するものの、長尺の超電導線材や大面積の板を製造することができないという問題があった。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】（3）金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いてR-Ba-Cu-O（Rは希土類元素系でLa, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Ybのいずれか1つあるいはそれらの組合わせとする）系のバルク酸化物超電導体を形成し、該バルク酸化物超電導体が形成された金属基材あるいは酸化物基材の複数個を、各々のバルク酸化物超電導体側の表面を対面接合させて線状もしくはテープ状に組合わせ、長尺のバルク酸化物超電導線材を作製する方法である。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】（4）金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いてR-Ba-Cu-O（Rは希土類元素系でLa, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Ybのいずれか1つあるいはそれらの組合わせとする）系のバルク酸化物超電導体を形成し、該バルク酸化物超電導体が形成された金属基材あるいは酸化物基材の複数個を、各々のバルク酸化物超電導体側の表面を対面接合させて面状もしくは板状に組合わせ、大面積のバルク酸化物超電導板を作製する方法である。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】（6）金属基材あるいは酸化物基材上に溶融法を用いてR-Ba-Cu-O（Rは希土類元素系でLa, Nd, Sm, Eu, Gd, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Ybのいずれか1つあるいはそれらの組合わせとする）系のバルク酸化物超電導体を溶融成長させる際に、酸化物超電導体のペーストが前記基材の上面に塗布され、この酸化物超電導体のペーストの移動方向の先端の中央部に種結晶を配置し、前記基材を炉中で移動させ、その移動方向に1℃/cm以上100℃/cm以下の温度勾配をつけて行うバルク酸化物超電導厚膜の作製方法である。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正内容】

【0039】（2）簡単な設備で超電導特性のよい長尺のバルク酸化物超電導体、長尺のバルク酸化物超電導線材及び大面積のバルク酸化物超電導板を作製することができる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図6

【補正方法】変更

【補正内容】

【図6】本発明の実施形態5の大面積のバルク酸化物超電導板の構成を示す平面図である。

【手続補正11】

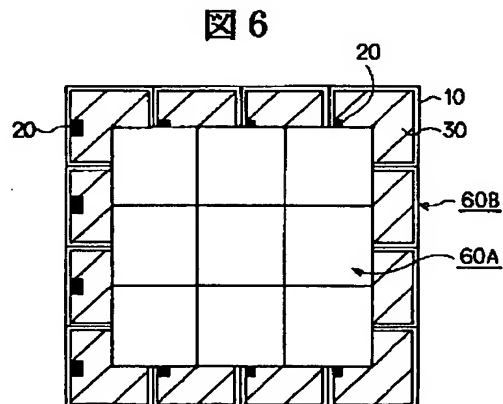
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図6

【補正方法】変更

【補正内容】

【図6】



【手続補正12】

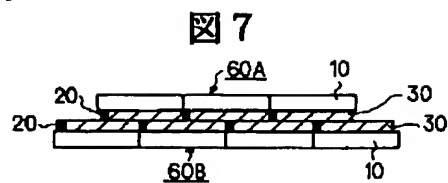
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図7

【補正方法】 変更

【補正内容】

【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 村上 雅人  
東京都江東区東雲一丁目14番3 財団法人  
国際超電導産業技術研究センター 超電  
導工学研究所内

(72)発明者 澤田 和彦  
東京都江東区東雲一丁目14番3 財団法人  
国際超電導産業技術研究センター 超電  
導工学研究所内

(72)発明者 坂井 直道  
東京都江東区東雲一丁目14番3 財団法人  
国際超電導産業技術研究センター 超電  
導工学研究所内

(72)発明者 樋口 天光  
東京都江東区東雲一丁目14番3 財団法人  
国際超電導産業技術研究センター 超電  
導工学研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**